

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (TSI) Y SU RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD ZOOPLANCTÓNICA EN EL LAGO YPACARAÍ DURANTE EL 2016”**

***“EVALUATION OF THE TROPHIC STATE INDEX (TSI) AND ITS RELATIONSHIP WITH ZOOPLANCTONIC BIODIVERSITY IN THE YPACARAÍ LAKE DURING 2016”***

*Gilberto Antonio Benítez Rodas<sup>1</sup>,  
Gustavo Adolfo Villalba Duré<sup>1</sup>,  
Claudia Ávalos de Enciso<sup>1</sup>*

*Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT)<sup>1</sup>*

## RESUMEN

El lago Ypacaraí al momento del estudio presentó características de un ecosistema eutrofizado, y que afecta no solamente la calidad de su agua sino también su biodiversidad, principalmente del zooplancton que son considerados como indicadores biológicos. En base a esta problemática ambiental el siguiente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de los cambios en el estado trófico sobre la biodiversidad zooplanctónica del lago Ypacaraí durante el 2016. Para esto se han realizado mediciones de PT, clorofila a, transparencia y la cuantificación de zooplancton. Se han identificado y cuantificado los grupos de rotíferos, cladóceros y copépodos en todas las campañas de muestreos. En cuanto a la correlación del IET y los grupos de zooplancton, se ha observado que los valores del índice del estado trófico tienen una correlación negativa en cuanto a la concentración de los nauplius. Por lo tanto, ante valores elevados del IET o ecosistemas eutróficos se esperaría tener muy poca concentración de nauplius o etapa larvaria de copépodos.

**Palabras clave:** Lago Ypacaraí, Índice de estado trófico, Zooplancton.

## ABSTRACT

The Ypacaraí Lake at the time of the study presented characteristics of an eutrophic ecosystem, which affects not only the quality of its water but also its biodiversity, mainly zooplankton, which are considered as biological indicators. Based on this environmental problem, the following work aimed to evaluate the effects of changes in the trophic status on the zooplankton biodiversity of Lake Ypacaraí during 2016. For this purpose, PT, chlorophyll a, transparency and quantification measurements have been carried out. zooplankton Groups of rotifers, cladocerans and copepods have been

identified and quantified in all the sampling campaigns. Regarding the correlation of the EIT and the zooplankton groups, it has been observed that the values of the index of the trophic state have a negative correlation in terms of the concentration of the nauplius. Therefore, in the presence of high values of the EIT or eutrophic ecosystems, it would be expected to have very low concentration of nauplius or larval stage of copepods.

**Key words:** Ypacaraí Lake, Trophic status index, Zooplankton.

## INTRODUCCIÓN

La eutrofización es un proceso donde la productividad primaria, es mayor que el de mineralización, esto se da como consecuencia del aumento de nutrientes y materia orgánica, este proceso puede darse por causas naturales o antropogénicas, siendo esta última la más severa. El aumento de nutrientes permite una superpoblación de fitoplancton, estos al incrementar su biomasa, alteran las propiedades de los lagos y lagunas en cuanto a oxígeno, pH, y turbidez (MARGALEF, 1983).

Si bien la eutrofización es un proceso natural en los ecosistemas leníticos, la actividad antropogénica va acelerando el proceso de adición de nutrientes agravando la situación de los ecosistemas afectados convirtiéndose en un problema medioambiental ya que altera la calidad del agua de los cuerpos de agua afectados ya que si bien durante el proceso se añaden nutrientes, a su vez limita el oxígeno disuelto disponible provocando la mortandad de peces y otros integrantes de la comunidad biótica teniendo un alto impacto ecológico sobre la biodiversidad en general (MORENO *et al.*, 2010).

Actualmente para evaluar la calidad de agua de los ecosistemas acuáticos con mayor certeza se aplican los índices de calidad de agua son valores asignados a partir de una combinación de

parámetros (físicoquímicos, microbiológicos y biológicos) que son considerados importantes para definir calidad del agua. La finalidad de estos índices es darle un valor al agua estudiada para clasificarlo según su calidad ecológica o para su uso, estos índices también permiten comparar muestras de agua de diferentes lugares, y a su vez, observar su evolución (OROZCO *et al*, 2003).

La ventaja de los índices de calidad de agua radica en que puede ser fácilmente interpretado que los datos de cada parámetro, esto hace una herramienta útil para informar acerca del estado de la calidad de agua incluso a personas que no están muy familiarizadas con la información que indican los parámetros en sí. La desventaja de estos índices es que contienen menos información que los datos obtenidos originalmente, por lo que no debe usarse como único criterio para tomar una decisión en el manejo de los recursos hídricos (VALCARCEL *et al*, 2009).

Entre los índices que evalúan el estado trófico se encuentran los índices TSI (Trophic State Index) propuesto por CARLSON en 1977. Este índice se puede obtener a través de parámetros tales como: Transparencia, Fósforo Total y Clorofila a, hoy día existen modificaciones de dicho índice basándose en el factor limitante y según el tipo de ecosistema, entre los índices más conocidos se encuentra el utilizado por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) basándose en las concentraciones de Fósforo Total, Nitrógeno Total, Clorofila a y transparencia.

El zooplancton es considerado como el eslabón en la cadena alimentaria ubicado entre los productores primarios (algas) y los consumidores secundarios (peces); y son un grupo de microorganismos acuáticos del reino animal que se encuentran sus-

pendidos en todo el cuerpo de agua presentando una escasa movilidad (CONDE-PORCUNA *et al*, 2004). Este grupo está conformado por diferentes taxas entre los cuales los grupos más representativos son los rotíferos, cladóceros, copépodos; otros representantes de la comunidad zooplanctónicas pueden ser: ciliados, flagelados, ostrácodos, bivalvos, bacterias, virus, algunas larvas y huevos de insecto y de peces (ROLDAN, 2008).

La composición, abundancia y distribución del zooplancton sufren variaciones importantes debido a su ciclo de vida corto y como respuesta a las fluctuaciones ambientales y los cambios en las comunidades fitoplanctónicas (GÓMEZ MÁRQUEZ *et al*, 2013). Por lo mencionado anteriormente, el estudio del zooplancton provee información veraz acerca del estado trófico de los ecosistemas acuáticos mediante el análisis de la comunidad zooplanctónica y de las interacciones fitozooplancton (CONDE-PORCUNA *et al*, 2004).

El Lago Ypacaraí es un considerado como un ecosistema lenítico de agua dulce de poca profundidad, este lago se caracteriza por poseer una alta turbidez debido a su lecho que está conformado por lodo, debido a la materia orgánica en descomposición (RITTERBUSCH, 1988 y DELGADO, 2014); éste constituye un recurso valioso para el país, sin embargo, debido a la contaminación industrial y doméstica, supone un riesgo para el medio ambiente y para la salud humana en general.

Estudios limnológicos registrados desde 1986 mencionan que el Lago Ypacaraí se encontraba en un estado eutrófico como consecuencia del incremento de nutrientes que recibe desde los tributarios, y éste al tener dos entradas (el arroyo Yukyry y el arroyo Pirayú) y solo una salida (el Río Salado) el estado trófico va en aumento (TORRES

y ROMERO 1986). Es por ello importante evaluar el efecto de los cambios en el estado trófico sobre la biodiversidad zooplanctónica al ser ellos un eslabón entre las algas (Productores) y los peces (Consumidores secundarios) dentro de la cadena alimenticia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño metodológico

Este proyecto se define como una investigación:

Retrospectiva: porque correspondieron a valores almacenados en la base de datos del CEMIT desde 2013 hasta 2016.

Descriptiva: porque los datos generados ofrecen información acerca del estado trófico del Lago Ypacaraí y la comunidad zooplanctónica. Longitudinal por que los datos se obtu-

vieron en diferentes periodos de tiempo en la misma población.

### Sitio de Estudio

El Lago Ypacaraí se encuentra ubicado a 28 kilómetros de Asunción (capital del Paraguay) y recibe aguas provenientes de tres departamentos: Central, Paraguairí y Cordillera (ROMERO, 1986). Los puntos de muestreos fueron seleccionados en base a las características del lago (ver Figura 1) y desde un punto de vista económico-turístico; los puntos seleccionados (ver Tabla 1) corresponden a la desembocadura de los tributarios siendo los arroyos Pirayú (Yp6) y Yukyry (Yp3), el emisario el Río Salado (Yp2), las playas de Areguá (Yp4), el Club Náutico de San Bernardino (Yp1) y por último el centro del lago (Yp5). Las campañas de muestreo fueron cada dos meses desde el año 2013 al 2016 (ver Tabla 2).



**Figura 1.** Mapa con los puntos de muestreo en el lago.

**Tabla1.** Puntos de muestreo con sus coordenadas

Puntos	Coordenadas	
P1	21J0470012	UTM7200130
P2	21J0466835	UTM7207525
P3	21J0463771	UTM7204710
P4	21J0462839	UTM7202416
P5	21J0465991	UTM7198136
P6	21J0468689	UTM7195665

**Tabla2.** Fechas de muestreo

Muestreo	Fecha
M01	09/02/16
M02	04/04/16
M03	21/06/16
M04	16/08/16
M05	25/10/16
M06	05/12/16

### Parámetro Zooplancton

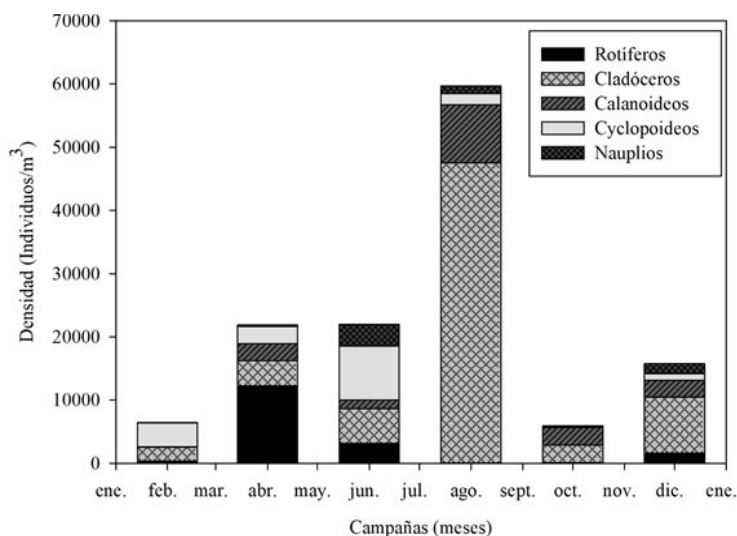
Durante el proceso de la toma de muestras se tomaron muestras superficiales de agua utilizando la metodología sugerida por CLESCERI *et al.* (1989), para ello se filtraron 20 litros de la muestra en una red cónica de plancton de nylon de 52µ de porosidad con ayuda de un balde de capacidad de 10 litros, luego del filtrado la muestra concentrada fue vertida en un frasco de plástico de volumen 125cc.

Para la preservación de la muestra se añadieron 14 gotas de formol al 4% al frasco con la muestra concentrada con la finalidad preservar los microorganismos presentes en el agua. Luego los frascos fueron almacenados en una conservadora con hielo y transportados al laboratorio de hidrobiología del CEMIT para su análisis correspondiente.

Para el análisis de zooplancton se tomaron sub-muestras de 10 mL con ayuda de una pipeta graduada y fueron puestas en una caja de Petri de plástico cuadrada, añadiéndose 5 gotas de detergente para aumentar la viscosidad de la submuestra y facilitar la lectura (CLESCERI *et al.* 1989), luego se trasladó la placa a un microscopio invertido donde se identificaron taxonómicamente los organismos encontrados hasta llegar a género o especie. Se utilizaron guías de identificación de zooplancton de STREBLE (1987), ELMOORLOUREIRO (1997),

GAZULHA (2012), KOSTE (1978) y LOPRETTO (1995) que se encuentran disponibles en el laboratorio de hidrobiología del CEMIT. Los organismos identificados fueron registrados en una planilla para zooplancton. Para un análisis cuantitativo se calcula la densidad de las especies encontradas utilizando la fórmula propuesta por Lopretto (1995):

$$\text{Densidad: } \frac{(N^{\circ} \times V_m)}{(V_f \times A \times V_s)} \times 1000 \text{cc.}$$



**Figura 2.** Densidad de microorganismos zooplanctónicos identificados en las 6 campañas de muestreo realizadas en el 2016.

Donde  $N^{\circ}$  es la abundancia de las especies encontradas,  $V_m$  es el volumen de la muestra,  $V_f$  es el volumen filtrado,  $A$  es número de submuestras analizadas y  $V_s$  es el volumen de la submuestra tomada. La unidad de medida que representa la densidad zooplanctónica es Individuos/m<sup>3</sup>.

### Parámetros fisicoquímicos

Se tomaron muestras superficiales de agua con ayuda de un balde de capacidad de 3 litros y se vertieron en diferentes tipos de frascos según el parámetro a determinar siguiendo la metodología propuesta por CLESCE-RI *et. al.* (1989). Los frascos fueron debidamente rotulados con la fecha de colecta, punto de muestreo y fecha de colecta, siendo guardados en una conservadora con hielo y transportados al laboratorio de calidad de aguas del CEMIT para su análisis correspondiente. Se realizaron las determinaciones de los niveles de Fósforo Total, Nitrógeno Total y Clorofila a aplicando las técnicas analíticas mencionadas por CLESCE-RI *et. al.* (1989).

### Análisis de datos

Los datos obtenidos de las campañas desde el 2013 hasta el 2016 serán cargados en una planilla EXCEL, una vez ordenado los datos se realizará un análisis descriptivo empleando el programa Sigmaplot. Se utilizará el programa R para calcular la correlación del IET y los diferentes grupos de zooplancton.

### Financiación

Es importante mencionar que parte de este proyecto ya está siendo ejecutado y que el último muestreo será realizado con el presupuesto solicitado al Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variación de los parámetros fisicoquímicos

Se han analizado un total de 36 muestras provenientes de los 6 puntos de muestreo del Lago (ver Tabla 3). De los 3 parámetros analizados, el que presentó mayor variación fue el

**Tabla 3.** Resumen de los parámetros fisicoquímicos utilizados para el cálculo del IET (febrero 2015 – agosto 2016).

Parámetros	Muestras	Promedio	Mínimo	Máximo	SD	CI
Clorofila a (ug/L)	36	5,541	1,07	12,5	3,06	1,04
D. Secchi (m)	36	0,335	0,1	0,8	0,23	0,08
PT (ug/L)	36	334,722	100	800	230,471	77,98

PT (77,98), seguido por la clorofila a (1,036) y último la transparencia (0,078).

En relación con el PT, la concentración máxima fue de 800 ug.L<sup>-1</sup> registrado en el M03 en los puntos Sb, Ar, Ce y Pi. Mientras, que la concentración menor fue 100 ug.L<sup>-1</sup> y se reportaron en las campañas de muestreo M01 en los puntos Sa, Yu, Ar, Ce y Pi, y M03 en todas las estaciones del Lago (Sb, Sa, Ce, Yu, Ar y Pi).

En cuanto a la clorofila a, se reportó la concentración máxima de 12,5 ug.L<sup>-1</sup> en la campaña de muestreo M04 en la estación Ar, y concentración mínima de 1,07 ug.L<sup>-1</sup> en el muestreo M06 en las estaciones Sa, Yu y Ce.

En el caso de la transparencia que se realizó con el método del Disco de Secchi, el valor máximo registrado fue de 0,8 m en el muestreo M03 de los puntos de muestreos Ce y Pi, mientras que el valor mínimo fue de 0,1 m reportado en las campañas M01 (Sa, Yu, Ar, Ce y Pi) y M05 (Sb, Sa, Yu, Ar, Ce y Pi).

#### Listado general de microorganismos identificados

Durante este trabajo de investigación se ha podido clasificar microorganismos zooplanctónicos pertenecientes al grupo de los rotíferos, cladóceros y copépodos (ver Tabla 4). Se ha identificado un total de 6 géneros de rotíferos, 6 géneros de cladóceros y 3 grupos de copépodos.

**Tabla 4.** Resumen de los principales grupos de zooplancton identificados durante el estudio.

Rotíferos	Cladóceros	Copépodos
<i>Ascomorpha ovalis</i>	<i>Bosmina frey</i>	<i>Calanoida</i>
<i>Ascomorpha sp.</i>	<i>Bosmina sp.</i>	<i>Cyclopoida</i>
<i>Brachionus calyciflorus</i>	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	<i>Nauplios</i>
<i>Brachionus sp.</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	
<i>Filinia longiseta limnetica</i>	<i>Ceriodaphnia sp.</i>	
<i>Keratella cochlearis</i>	Cladóceros No Identificado	
<i>Keratella quadrata</i>	<i>Daphnia pulex pulex</i>	
<i>Polyarthra remata</i>	<i>Daphnia sp.</i>	
<i>Trichocerca sp.</i>	<i>Diaphanosoma birgei</i>	
	<i>Diaphanosoma sp</i>	
	<i>Moinodaphnia sp.</i>	
	<i>Sida crystallina</i>	

## Grupos de zooplancton identificados en las diferentes campañas

En la primera campaña de muestreo (feb.) se han registrado un total de 6.500 org/m<sup>3</sup> de microorganismos de zooplancton, de los cuales 3750 org/m<sup>3</sup> correspondieron a los cyclopoideos, 2167 org/m<sup>3</sup> a los cladóceros, 417 org/m<sup>3</sup> a los rotíferos, y 83 a calanoideos y nauplius respectivamente (ver Figura 2). En M02 realizado en abril, hubo una mayor concentración de microorganismos, siendo el total 21917 org/m<sup>3</sup>, de los cuales 12250 org/m<sup>3</sup> pertenecieron a los rotíferos, luego 4000 org/m<sup>3</sup> fueron del grupo de los cladóceros, a continuación, estuvieron los cyclopoideos con 2750 org/m<sup>3</sup>, seguidos en esta campaña por los calanoideos con 2667 org/m<sup>3</sup>. Por último, estuvieron los nauplios con 250 org/m<sup>3</sup>. En tercera campaña de muestreo (jun.) de nuevo los cyclopoideos registraron una mayor concentración (8583 org/m<sup>3</sup>), seguidos por los cladóceros con 5500 org/m<sup>3</sup>, luego el grupo de los nauplios con 3417 org/m<sup>3</sup>, posteriormente los rotíferos con 3167 org/m<sup>3</sup> y finalmente los calanoideos con 1333 org/m<sup>3</sup>. En cambio, en la cuarta campaña (M04) de muestreo en el mes de agosto, se registraron las concentraciones más altas de zooplancton en este periodo de estudio. Fueron dominantes los cladóceros con un total de 47417 org/m<sup>3</sup>, seguidos por los calanoideos con 9167 org/m<sup>3</sup>, luego los cyclopoideos con 1833 org/m<sup>3</sup>, posteriormente los nauplios (1167 org/m<sup>3</sup>) y por al final los rotíferos con 83 org/m<sup>3</sup>. En el penúltimo muestreo (M05) hubo una disminución de la concentración de zooplancton, siendo dominantes los calanoideos y cyclopoideos con 2750 org/m<sup>3</sup> cada uno, luego nauplios con 250 org/m<sup>3</sup> y finalmente los rotíferos con 167 org/m<sup>3</sup>. En el último muestreo, al igual que en el M04, se registró como dominante al grupo de los calanoideos con 8833 org/m<sup>3</sup>, seguido de los calanoideos con 2667 org/m<sup>3</sup>, luego

el grupo de los rotíferos con 1667 org/m<sup>3</sup>, posteriormente los nauplios (1583) y por último los cyclopoideos (1000).

## Comparación de los diferentes estados tróficos durante el monitoreo

El IET que se basa en la concentración de la clorofila a, ha tenido un rango de variación de 43 a 60 con un promedio de 57 (ver Figura 3). Los valores más elevados se registraron en M01 (Yu y Ar), M04 (Sb y Ar) y M05 (Ar y Pi). En el caso de la transparencia (DS) tuvo un rango de variación entre 55 a 84 con un promedio de 69. Las campañas con los valores más altos fueron en M01 (Sa, Yu, Ar, Ce y Pi) y M05 (Sb, Sa, Yu, Ar, Ce y Pi). Por último, el que se basa en la concentración del nitrógeno total (NT) presentó una variación que fue desde 51 hasta 93 con un promedio de 72. En relación a este parámetro los valores más elevados para el IET se registraron en el M02 (Sb, Sa, Yu, Ar, Ce y Pi). Cuando los valores son iguales o inferiores a 44 se considera oligotrófico al ecosistema, mientras que para valores superiores a 56 se consideran eutróficos.

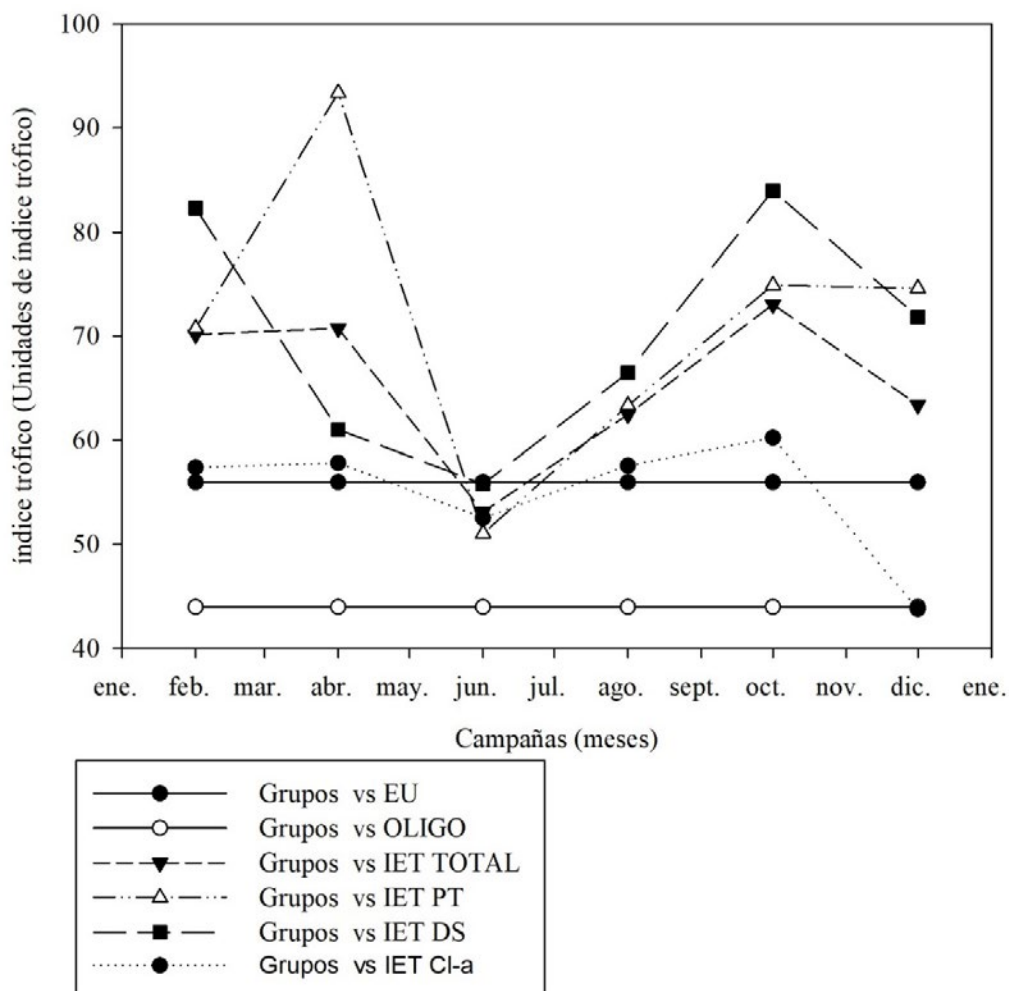
## Correlación entre IET y la densidad de los grupos identificados de zooplancton

Al comparar IET con respecto a la densidad de los diferentes grupos de zooplancton (ver Figura 4) se pudo determinar que, durante el estudio existió una correlación negativa de 0,94 en relación a la concentración de nauplios.

Por lo tanto, para valores elevados de IET o ecosistemas acuáticos eutróficos, se esperaría una baja concentración de estos microorganismos.

Los parámetros fisicoquímicos que se tuvieron en cuenta para este trabajo de investigación fueron clorofila a, transparencia y fósforo total. Se han



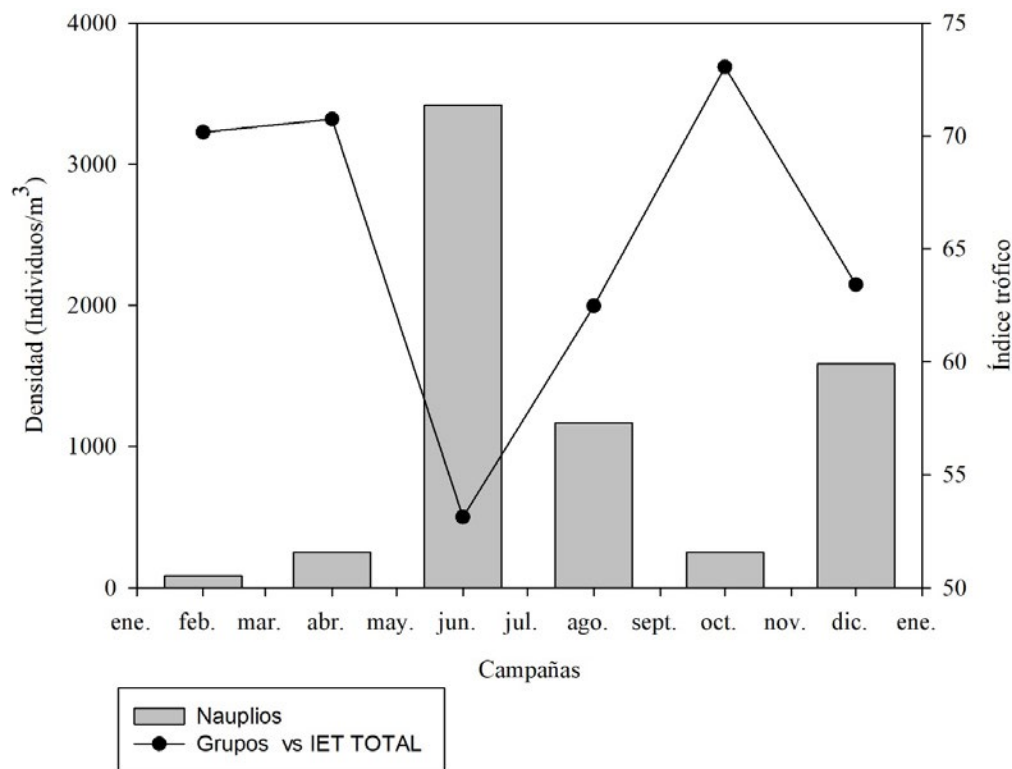


seleccionado dichos parámetros debido a que la variación de cada uno de ellos está relacionada directamente con el cálculo del Índice del Estado Trófico.

Los valores de IET superiores a 44 y menores a 56 son considerados ecosistemas acuáticos oligotróficos. Sin embargo, para valores superiores a 56 son considerados eutróficos o que presentan desequilibrio en cuanto a su composición fisicoquímica y biológica (ver Fig. 3). Por lo general, cuando el valor del IET es muy elevado se debe a actividades de contaminación de origen antropogénico, tales como la falta de tratamiento adecuado de los efluentes domésticos e industriales

que se vierten directamente a cursos de agua como los tributarios (Pirayú y Yukyry) y que finalmente terminan en el cuerpo de agua del Lago Ypacaraí.

Al comparar los valores de densidad de los diferentes grupos de zooplancton con el IET de las diferentes campañas de muestreos, se pudo observar que existió una correlación negativa con el grupo de Nauplius. Estos representan la primera etapa larvaria de los copépodos, por lo tanto, son muy sensibles ante la presencia de contaminantes en el agua.



## CONCLUSIONES

Se han identificado y cuantificado los grupos de rotíferos, cladóceros y copépodos en todas las campañas de muestreos. Siendo la concentración máxima para el primero de 12.250 org/m<sup>3</sup>, para el segundo 47.417 org/m<sup>3</sup> y para el tercero 13.333 org/m<sup>3</sup>. En relación a los parámetros físico-químicos, la concentración máxima fue 12,5 µg/L de clorofila a, 0,8 m de transparencia y 800 µg/L de PT. En cuanto a la correlación del IET y los grupos de zooplancton, se ha observado que los valores del índice del estado trófico tienen una correlación negativa en cuanto a la concentración de los nauplius. Por lo tanto, ante valores elevados del IET o eutróficos se esperaría tener muy poca concentración de nauplius o etapa larvaria de copépodos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación pudo ser ejecutado gracias al apoyo financiero del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDÃO, C. *et al.* 2011. Guia de coleta de preservação de amostras. Água, sedimento, comunidade aquáticas e efluentes líquidos. ANA, CETESB. Brasília DF. Ppt 51, 171.
- CARLSON, R.E. 1997. Trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. 22, 361 – 369.
- CLESCERI *et al.* 1989. Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales. APHA. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid. 2.12, 4.162, 4.179, 4.197, 5.2, 5.19, 10.6, 10.21, 10.31 y 10.34pp.

ELMOOR L. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editorial Universa. Brasília. Ppt 16, 17.

GONZÁLEZ N.; ARRIOLA M.; FERRER S.; & REYES A. 1967. Contribución al estudio del fito y zooplancton en el Paraguay. Rev. Soc. Científica Vol. 8 nro. 1: 29-38.

LOPRETTO E.; & TELL G. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodología para su estudio Tomo III. Ediciones Sur. Argentina. Ppt 953.  
Margalef, R., 1983. Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona. Ppt. 834.

OROZCO C.; PÉREZ A.; González M.; Rodríguez F & Alfayate J. 2003. Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. Internacional Thompson Editores. Madrid. 281pp.

PORCUNA J.; RODRÍGUEZ E.; & MORALES R. 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. Ecosistemas. 13 (2): 23-29.

RITTERBUSCH B. 1988. Estudio Limnológico del Lago Ypacarai. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. 19 (1): 11-26.

ROMERO, N. G. (1986). Estudio Limnológico del Lago Ypacarai. Instituto Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Asunción, 188.

ROLDAN, G.; & RAMÍREZ, J. 2006. Fundamentos de Limnología neotropical. 2da Edición. Universidad de Antioquia. Ppt 302.

TORRES, D.G.; Y ROMERO, N.G. 1986. Estudio Limnológico del Lago Ypacarai. Instituto Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Asunción. 188 pp.

VALCARCEL, L.; ALBERRO N. & FRÍAS D. 2009. El Índice de Calidad de Agua Como Herramienta Para la Gestión de los Recursos Hídricos. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Año 9. Nro 16. ISSN 1683-8904.